



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DAS ÁGUAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA PRAIA DO MARACANÃ NA CIDADE DE
SANTARÉM - PA**

ANA QUELOENE IMBIRIBA CORRÊA

**Santarém- Pará
2017**

ANA QUELOENE IMBIRIBA CORRÊA

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA PRAIA DO MARACANÃ NA CIDADE
DE SANTARÉM - PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Área de Concentração:
Microbiologia Ambiental

Orientadora:
Prof^a.Dr^a. Leidiane Leão de Oliveira

Co-orientadora:
Prof^a Ms. Graciene do Socorro Taveira
Fernandes

**Santarém – Pará
2017**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFOPA**

C824a Corrêa, Ana Queloene Imbiriba
Avaliação microbiológica da praia do Maracanã na cidade de Santarém-PA / Ana Queloene Imbiriba Corrêa. - Santarém, 2017.
49 f. : il.
Inclui referências bibliográficas.

Orientadora: Leidiane Leão de Oliveira, co-orientadora: Graciene do Socorro Taveira Fernandes.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental, 2017.

1. Praias - Poluição - Santarém (PA). 2. Testes microbiológicos. I. Oliveira, Leidiane Leão de, *orient.* II. Fernandes, Graciene do Socorro Taveira, *co-orient.* III. Título.

CDD: 23.ed. 363.739098115

Bibliotecário-documentalista: Rogério Aoyama CRB 2/1506

FOLHA DE AVALIAÇÃO

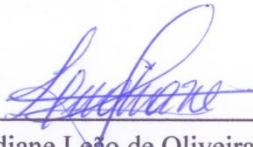
Nome do Autor: CORREA, Ana Queloene Imbiriba

Título: Avaliação microbiológica da Praia do Maracanã na Cidade de Santarém/PA.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Oeste do Pará, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Data da aprovação: 27 / 03 / 2017.

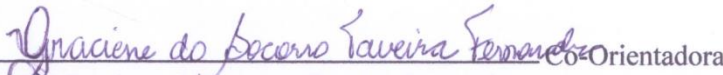
Banca Examinadora



Orientadora e Presidente

Profª Dra. Leidiane Leão de Oliveira

Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia das Águas/Universidade Federal do Oeste do Pará



Co-Orientadora

Profª Msc Graciene do Socorro Taveiro Fernandes

Curso Bacharelado em Ciências Biológicas/Universidade Federal do Oeste do Pará



Membro Titular

Profª. Msc. Eveleise Samira Canto

Curso Bacharelado em Ciências Biológicas/Universidade Federal do Oeste do Pará



Membro Titular

Profº. Dr. Ruy Bessa Lopes

Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental/Universidade Federal do Oeste do Pará.

*Dedico este trabalho a minha
família pelo apoio, paciência e
principalmente pela confiança.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me proporcionado disposição, saúde e energia em meio a tantos obstáculos que apareceram no caminho, sem esse conforto seria difícil alcançar a minha meta.

Agradeço a toda a minha família, ao meu Pai, minha Mãe, meus irmãos que estiverem comigo em todos os momentos para concretizar esse trabalho. Obrigada família pelos conselhos, apoio, paciência e palavras positivas.

Agradeço aos amigos que contribuíram muito com palavras, auxílio, risadas que tornaram os meus dias mais leves e produtivos. Aos técnicos do laboratório de Biologia Aplicada e ao amigo Rubenildo, que sempre estavam me ajudando nas análises.

Agradecimento especial a minha Co-orientadora Graciene Fernandes que não mediu esforços para me ajudar e esteve sempre do meu lado. A minha Orientadora Leidiane Leão. E a todos os outros que estiveram comigo de alguma maneira contribuindo para esta realização.

“Ambiente limpo não é o que mais se limpa e sim o que menos se suja”.

Chico Xavier.

RESUMO

CORRÊA, A. Q. I. **Avaliação microbiológica da praia do Maracanã na Cidade de Santarém/Pa.** 2017. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Microbiologia Ambiental) – Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Oeste do Pará.

A praia do Maracanã fica na área urbana da cidade de Santarém-PA e serve como espaço de lazer e atividades de pesca artesanal por moradores do bairro. Ponto turístico da cidade, tem papel importante na economia da população local. Diante da importância da praia para a cidade, o monitoramento da qualidade da água e da areia é indispensável, tendo em vista que é considerada como o mais tradicional balneário da cidade de Santarém. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade da areia e da água na praia do Maracanã por meio de análise microbiológica. Para essa análise, utilizou-se o principal indicador recomendado pelas legislações brasileiras para medir qualidade da água e da areia as bactérias do grupo Coliformes termotolerantes. Os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo foram os definidos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo–CETESB, foram realizadas durante seis semanas consecutivas as coletas de água em dois períodos hidrológicos (acheia e vazante) e da areia apenas no período da vazante no ano de 2016. As amostras de água (100 mL) foram coletadas em frascos estéreis e as amostras de areia (100mg) em sacos estéreis. O material coletado foi encaminhado ao Laboratório de Ensino Multidisciplinar em Biologia Aplicada do ICTA, onde foram realizadas as análises através da técnica dos tubos múltiplos para a quantificação bacteriológica. O resultado foi expresso através da contagem do número mais provável (NMP/ 100mL ou 100mg), que indicou 100% de positividade amostral para coliformes nas amostras tanto de água como de areia. Os valores encontrados tanto para coliformes como para os parâmetros ambientais, estão dentro dos limites estabelecidos pelas legislações vigentes. A praia do Maracanã está própria para a recreação sua principal finalidade, sendo necessário entretanto, um monitoramento constante, especialmente se considerado a proximidade deste ambiente da área urbana, objetivando não somente a manutenção da qualidade do recurso ambiental como também a saúde pública.

Palavras-chave: Microrganismos Indicadores. Coliformes Termotolerantes. Ambiente de Praia. Qualidade da areia e da água. Monitoramento.

LISTA DE FIGURA

Figura 1: Localização dos pontos de coletas de água e areia da praia do Maracanã,santarém - PA.....	28
Figura 2: Coleta de amostra de água da praia do Maracanã.....	29
Figura 3: Faixas de coleta para amostra de areia da praia do Maracanã	30
Figura 4: Coleta de amostra de areia da praia do Maracanã.....	29
Figura 5: Coleta dos parâmetros ambientais pH (A) e temperatura (B) de areia e água da praia do Maracanã.	30
Figura 6: Diluição da amostra de água da praia do Maracanã em solução salina a 0.85%.	31
Figura 7: Diluição da amostra de areia; A) e B) pesagem; C) areia seca e úmida pesadas; D), E) e F) homogeneização da amostra de areia em solução salina, da praia do Maracanã,	33
Figura 8: Retirada (A) e diluição (B) da amostra de areia, da praia do Maracanã em solução salina a 0.85%.....	33
Figura 9: Tubos positivos para CT para amostra de água e areia da praia do Maracanã	33
Figura 10: Tubos positivos para CTT para amostra de água e areia da praia do Maracanã,	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Limites de coliformes termotolerantes, <i>E. coli</i> e enterococos por 100 mL de água, para cada categoria (Resolução Conama nº 274/2000).....	19
Tabela 2: Limites de coliformes totais, <i>E. coli</i> por 100 mg de areia (Resolução SMAC Nº 468/2010).	21
Tabela 3: Porcentagem de <i>E. coli</i> em fezes humana e de outros animais	25
Tabela 4: Ocorrência de enterococos em amostras de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quentes.....	25
Tabela 5: Parâmetros ambientais (temperatura, pH) da água nos dois períodos sazonais do Rio Tapajós na praia do Maracanã	36
Tabela 6: Valores médios e absolutos de NMP/100mL de coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT) encontrados na água da praia Maracanã.	39
Tabela 7: Valores médios e absolutos de NMP/100mL de coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT) encontrados na areia, por faixa de areia, da praia Maracanã.....	42

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	12
2.OBJETIVOS	14
2.1 Geral:	14
2.2 Específicos:	14
3.REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Amazônia, Santarém e praias de água doce	15
3.2 Qualidade da água	16
3.3 Qualidade da areia, os aspectos microbiológicos e os fatores que afetam a sobrevivência dos microrganismos patogênicos	19
3.4 Indicadores microbiológicos utilizados na análise de qualidade da água e de areia	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1.Área de Estudo	27
4.1.1.Características gerais da área de estudo	27
4.1.2.Estações, período e frequências das coletas	27
4.2 Métodos	29
4.2.1.Coleta das amostras de águas	29
4.2.2.Coleta das amostras de areias	29
4.2.3 Parâmetros de campo	31
4.2.4.Análises microbiológicas da água e da areia	31
4.2.4.1 Diluição e teste presuntivo das amostras	32
4.2.4.2 Teste de confirmação para coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT) para amostra de água e de areia	34
4.3 Procedimento Estatísticos	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 Parâmetros Ambientais da água da praia Maracanã	36
5.2. Coliformes totais e termotolerantes da água da praia do Maracanã	38
5.3 Coliformes totais e termotolerantes na areia da praia do Maracanã	41
6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO	45
REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

As questões relacionadas aos recursos hídricos passaram a ganhar uma atenção especial nos últimos anos, sendo um dos cerne das problemáticas ambientais atuais, principalmente em decorrência da utilização indevida desses recursos que compromete a qualidade, especialmente em áreas sob pressão antrópica intensa (LOPES *et al.* 2013). Os corpos hídricos no Brasil principalmente em balneários estão perdendo seu potencial para o turismo e lazer em virtude da perda da qualidade e consequente degradação (SPINACÉ, 2013).

Para avaliar a degradação dos recursos hídricos, diferentes parâmetros são utilizados para indicar a presença de substâncias ou microrganismos que possam comprometer a qualidade da água, direta ou indiretamente (REBOUÇAS, 2002). Mas diversas dificuldades materiais, temporais e logísticas são encontradas para fazer a identificação de todos os microrganismos patogênicos na água, preferencialmente são utilizadas técnicas que permitam a identificação de bactérias indicadoras de contaminação fecal, como os coliformes, cuja presença indica a possível existência de patógenos (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Assim para medir a qualidade de um balneário um fator a ser considerado além da água é a qualidade da areia, pois, apesar dos riscos do contato com a areia serem inferiores aos da exposição à água, devem ser encarados com igual importância pois as praias que apresentam altos índices de bactérias do grupo coliformes apresentam risco à saúde dos frequentadores tanto pelo contato direto com a água, quanto com a areia contaminada (CARVALHO, 2014).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) recomendou aos órgãos ambientais, em todas as esferas, a avaliação da qualidade parasitológica e microbiológica não somente da água mas também da areia para futuras padronizações, por meio da Resolução n° 274/00 (CONAMA, 2000). Assim, o monitoramento de parâmetros microbiológicos da areia é tão importante como da água, uma vez que os resultados das análises podem subsidiar ações que minimizem os riscos à saúde dos frequentadores das praias (SOARES, 2009).

A importância desse monitoramento se dá porque atualmente as praias tem se destacado como um dos ambientes naturais, mais procurados pelos turistas em todo mundo (SOUSA, 2011), o que faz com que os balneários representem um importante fator para o desenvolvimento do turismo e da economia, pois permitem diversas atividades de lazer aos habitantes da cidade, independentemente do poder aquisitivo, nível cultural ou social (CARVALHO, 2014). Entretanto estas atividades como o próprio setor turístico, têm acarretado diversos problemas ambientais, aos ambientes de praias, decorrente principalmente da falta de infraestrutura nesses locais (SOUSA, 2011).

Diante do contexto, a praia do Maracanã que fica na área urbana da cidade de Santarém, por esta proximidade é bastante frequentada por banhistas e visitantes, entretanto é notável a falta de planejamento que visem a conservação dos recursos naturais de modo a evitar as fontes de poluição ou outras formas de degradação ambiental. É importante ressaltar que este local não serve apenas para lazer, nele também é realizado atividades de pesca artesanal por moradores do bairro e ponto turístico da cidade, portanto, tem papel importante na economia da população local e dos visitantes.

Desta forma, faz-se importante a avaliação microbiológica da água e da areia da praia do Maracanã, tendo em vista que, é considerada como o mais tradicional balneário da cidade de Santarém.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral:

- Avaliar a qualidade da areia e da água na praia do Maracanã por meio de análise microbiológica.

2.2 Específicos:

- Avaliar através de ensaios microbiológicos a presença/ausência de coliformes totais e termotolerantes na areia e na água da praia do Maracanã;
- Determinar os parâmetros ambientais: temperatura e pH da água na praia estudada;
- Determinar a quantificação de coliformes na areia e na água da praia do Maracanã;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Amazônia, Santarém e praias de água doce

A região amazônica possui uma concentração de reserva hídrica que varia na ordem de 100.000 a 10.000.000 m³ ao ano, contra uma média brasileira aproximada de 50.000 m³ ao ano, a disponibilidade hídrica superficial de 73.748 m³/s, correspondente a 81% da disponibilidade superficial do país (91.071 m³/s). A região possui uma vazão específica de 34,1 L/s/km² e um volume máximo de reserva per capita de 2.181 m³/hab (habitante), menor do que o volume máximo de preservação per capita nacional (3.607 m³/hab.) (ANA, 2015). Este cenário sustenta a maior bacia hidrográfica do planeta, composta pelo Rio Amazonas e seus afluentes, bem como justificando a influência que os rios exercem sobre os habitantes dessa região (PINTO, 2008).

Os rios amazônicos apresentam coloração diferenciadas de acordo com o pH, carga de sedimento e composição química de suas águas, que podem ser brancas, claras ou pretas (SIOLI, 1957). E é nos rios de águas claras que em determinados trechos, durante o regime de vazante das águas, surgem praias fluviais de beleza cênica e potencial turístico, como as praias localizadas na margem direita do Rio Tapajós. (DANTAS; TEIXEIRA, 2010).

O Rio Tapajós é um dos principais cursos d'água do município de Santarém, tem importância para a navegação, pesca e para o lazer, além de ser uma fonte de abastecimento de água e pescado para as populações habitantes de suas margens (SILVA, 2012).

Localizada na região Oeste do Pará, a cidade de Santarém fica situada no baixo Amazonas à jusante do Rio Amazonas e do Rio Tapajós (margem direita do Tapajós), possui uma área de 22.887.080 km², com uma população de 294.580 habitantes, possuindo coordenadas geográficas na área urbana da cidade de 02° 25' 30" Sul e 54° 42' 50" Oeste. A altitude média é de 36 metros e apresenta clima quente e úmido, com temperatura anual média de 25 a 28°C, e pluviosidade média anual de 1.920 mm (IBGE, 2013).

Entre as diversas atividades econômicas que fomentam a economia da cidade destaca-se o turismo que está em grande ascensão, que tem como principais atrações as belezas naturais como as praias, atrativos naturais bastante procuradas (IBGE, 2009).

Que ocorrem em consequência da diminuição do volume das águas causados pelos fenômenos climáticos que ocorrem na região amazônica, Santarém apresenta nos meses de julho a dezembro quilômetros de praias, atraindo e fomentando o turismo na região (CORRÊA; SOUSA, 2003).

Entre as numerosas praias destacam-se a praia de Alter do Chão, indicada como melhor praia de água doce pela imprensa internacional e a praia do Maracanã referenciada como uma das mais populares praias de Santarém (SILVA, 2012) e objeto deste estudo.

A praia do Maracanã está localizada a margem direita do rio Tapajós nas coordenadas geográficas de 02° 25'33.09" ao Sul e 54°45'17.4" a Oeste, distante cerca de 6 km do centro da cidade de Santarém por via terrestre, possuindo água clara e areia fina e branca (SEMATUR, 2012). Como as demais praias de água doce da região sofre com a flutuação do nível do rio, para tanto a cada seis meses os proprietários dos restaurantes e bares do balneário do Maracanã que para continuarem a receber e atender os visitantes, constroem “marombas” que são assoalhos mais altos feitos em madeira muito comuns nos vilarejos ribeirinhos (JUNIOR, 2010).

3.2 Qualidade da água

A água é um elemento vital para sustentar a vida e para isso é necessário que esteja disponível para todos os seres vivos de forma adequada, segura e acessível, para garantir não só a sobrevivência como também para o desenvolvimento de suas atividades (OMS, 2011).

Em decorrência da sua importância e da abundância, durante séculos a água foi considerada um bem público de quantidade infinita à disposição do homem, por se tratar de um recurso natural autossustentável pela sua capacidade de autodepuração, mas o crescimento das cidades, acrescido ao aumento de esgotos lançados nos corpos hídricos provocou uma diminuição da capacidade de autodepuração e de resiliência desses corpos receptores (PHILIPPI, 2005). Isso é evidenciado no cenário atual pelo uso inadequado dos corpos hídricos, ocasionando escassez relativa e degradação de sua qualidade (NETO *et al.* 2012).

De acordo com Rebouças, Braga e Tundisi (2006), para atender a demanda atual de água da população os mananciais superficiais e subterrâneos estão sendo explorados,

sendo que este último representa um bem econômico e uma fonte alternativa, acessível e segura, principalmente em regiões onde a população não tem acesso ao serviço de abastecimento público de qualidade. Ainda de acordo com o mesmo autor a contaminação da água subterrânea é oriunda principalmente do despejo inadequado dos resíduos domésticos e industriais, que contaminam os lençóis freáticos com microrganismos patogênicos.

Braga *et al.* (2010), cita que os principais poluentes aquáticos são: poluentes orgânicos biodegradáveis, metais, nutrientes, organismos patogênicos, sólidos em suspensão, o calor e radioatividade. Em afirmação a essa pesquisa Lopes *et al.* (2013), menciona que os recursos hídricos nos últimos anos passaram a ser receptores de esgoto doméstico sem tratamento, resíduos sólidos industriais e agrícola, o que tem comprometido a qualidade do recurso, especialmente em áreas sob pressão antrópica intensa. Ainda segundo estes autores este cenário de constante degradação dos ambientes aquáticos é acompanhado pelo incremento do turismo em balneários brasileiros, que tem proporcionando benefícios financeiros às comunidades envolvidas, através da geração de emprego e renda.

Diante do cenário de contaminação e poluição dos corpos hídricos é importante destacar que muito mais do que quantidade é necessário que água utilizada nas atividades humanas apresente características de um determinado padrão mínimo de qualidade, que vão lhe conferir parâmetros que refletirão de forma direta ou indireta a presença de alguma substância ou microrganismos que venha a comprometer o padrão mínimo de qualidade (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2006).

Esses parâmetros são importantes tendo em vista que a água é um ótimo solvente, pois leva a dissolução de muitas substâncias, e são necessários indicadores físicos, químicos e biológicos para caracterizar a qualidade da água (BRAGA *et al.* 2010).

Quando se trata da qualidade da água destinada ao consumo humano, o controle é feito desde dos mananciais passando pela captação, tratamento, reservatório e distribuição para a população. As secretarias Estaduais de saúde são responsáveis pelo seu monitoramento (BRASIL, 2011).

O monitoramento da água destinada ao consumo humano- estabelecido pela Portaria Nº 518 do Ministério da Saúde institui números mínimos de amostras ou planos de amostragem, além dos padrões para água potável restritos ao trecho que se inicia na captação e se encerra nas ligações domiciliares dos consumidores (BRASIL, 2004).

De acordo com a Portaria do Ministério da saúde de nº 2.914, de dezembro de 2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, a água considerada potável para o consumo humano deve estar em conformidade com os padrões microbiológicos, e demais disposição que garantam a qualidade da água para este fim.

Outra medida da qualidade da água é para fins de recreação de contato primário que constitui a balneabilidade. É necessário que a avaliação seja baseada no estabelecimento de critérios objetivos, como aqueles que utilizam microrganismos indicadores de contaminação fecal. Estes valores devem ser comparados com padrões preestabelecidos, para que se possam identificar as condições de balneabilidade em um determinado local, o que serve para definir as classes de balneabilidade para uma melhor orientação aos usuários (CETESB, 2015)

Para avaliar a qualidade da água destinada a recreação são utilizados parâmetros estabelecidos pela resolução do CONAMA nº 274/00, que define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. De acordo com a referida resolução os indicadores que devem ser utilizados para tal avaliação é a quantificação de coliformes termotolerantes, presença de *Escherichia coli* e de *Enterococcus*, em 100mL de água. Baseado na densidade desses microrganismos obtidos nas análises feitas em cinco semanas consecutivas é possível classificar as praias em quatro categorias, tais como: Excelente, Muito Boa, Satisfatória e Imprópria (tabela 1), sendo que as três primeiras são agrupadas na categoria Própria (CETESB, 2012).

As Portarias do Ministério da saúde de nº 2.914/2011 e 518/2004, estabelecem que é necessário ainda que seja medido entre outros parâmetros o pH e a temperatura da água para consumo humano, já a Resolução nº 274/2000 do CONAMA que especifica no art. 2º que deve ser aferido o pH para águas balneárias e este deve estar entre $< 6,0$ ou $\text{pH} > 9,0$ (águas doces), à exceção das condições naturais.

Tabela 1: Limites de coliformes termotolerantes, *E. coli* e enterococcus por 100 mL de água, para cada categoria (Resolução Conama nº 274/2000).

CATEGORIA	Coliformes termotolerantes (UFC/100 mL)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 mL)	<i>Enterococcus</i> (UFC/100 mL)
PRÓPRIA	Excelente	Máximo de 250 em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas.	Máximo de 200 em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas
	Muito boa	Máximo de 500 em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas	Máximo de 400 em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas
	Satisfatória	Máximo de 1.000 em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas	Máximo de 800 em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas
IMPRÓPRIA		Superior a 1.000 em mais de 20% de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas	Superior a 800 em mais de 20% de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas
		Maior que 2.500 de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas	Maior que 2.000 de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas

Fonte: adaptado da CETESB, 2015.

3.3 Qualidade da areia, os aspectos microbiológicos e os fatores que afetam a sobrevivência dos microrganismos patogênicos

A praia como local de lazer está cada vez mais sendo utilizada principalmente para fomentar o setor turístico em diversas regiões do Brasil, sendo este o principal motivo para a qualidade ambiental deste ambiente ter adquirido uma importância tanto no que se refere às questões ambientais como de saúde pública (MAIER *et al.* 2003). As areias das praias são consideradas como uma fonte potencial de contaminação de

microrganismos patogênicos, porém os únicos indicadores de qualidade disponíveis para os frequentadores ainda é apenas a qualidade da água balnear (MAIER *et al.* 2003). Baseado na falta de indicadores regulamentados no âmbito nacional, diversos trabalhos estão sendo desenvolvidos pela comunidade científica nos últimos anos dada à incidência de micoses e infecções bacterianas contraídas por pessoas que frequentam os locais para recreação, assim como também a busca de indicadores para padronizações futuras (PINTO; OLIVEIRA, 2011).

De acordo com a CETESB (2011), além da saúde pública, a preocupação em estudar a qualidade da areia da praia, está baseada também no crescente despejo de resíduos sólidos pelos frequentadores, dejetos de animais e a poluição oriunda da água das chuvas, que transportam poluentes à areia, assim como também a própria flutuação das águas dos rios que servem como veículos propagadores de microrganismos e parasitas patogênicos, colocando a saúde dos usuários em risco.

A areia das praias serve como ambiente de sobrevivência das bactérias, em decorrência da exposição desses microrganismos aos raios solares, o que favorece a diminuição da bacteriovoria e competição desses seres (PINTO; PEREIRA; OLIVEIRA, 2012).

Na areia, estão presentes muitos microrganismos patogênicos como bactérias, fungos, parasitas e vírus (MONTEIRO *et al.* 2015), por essa razão a detecção e quantificação de indicadores de areias recreacionais são de grande importância para verificação do risco quanto a presença destes microrganismos patogênicos neste ambiente (PINTO; OLIVEIRA, 2011). Quanto a dispersão e sobrevivência desses microrganismos, os fenômenos das marés, o despejo de descarga de esgoto, a temporada de verão decorrente do aumento de banhistas e a excreta de animais de sangue quente, são listados como os principais promotores (CETESB, 2011).

De acordo com Wheeler *et al.*(2003), a contaminação da areia, pode ser detectada com mais frequência na zona da areia úmida, em decorrência da ação do vento ou do mar que facilita a deposição de patógenos nessa área. Por essa razão as praias são consideradas locais de risco para a saúde de pessoas que possuem baixa resistência imunológica como as crianças, os idosos e outras pessoas com baixa imunidade. Os resultados encontrados por esses autores ainda comprovam que além da faixa de areia úmida a praia de água doce serve como um reservatório de bactérias indicadoras fecais, por isso é possível encontrar patógenos entéricos nesse ambiente.

Estudos como de Wheeler *et al.* (2003), comprovam que o ambiente de praia seja um reservatório de bactérias e logo apresenta risco para os frequentadores. Monteiro *et al.* (2015), afirmam que ainda não é conhecido o potencial de infecção que um microrganismo isolado pode causar a um usuário, tendo em vista que, não existe evidência que dê suporte a limites de microrganismos em locais de praias que possam ser comparados em legislações ou Guias de Seguranças.

A Resolução SMAC N° 468 de 28 de janeiro de 2010 que dispõe sobre a análise e informações das condições das areias das praias no Município do Rio de Janeiro, especifica que a qualidade da areia bem como sua classificação deverá ser obtida a partir dos resultados da quantificação de coliformes totais e *Escherichia coli* (Tabela 2).

Tabela 2: Limites de coliformes totais, *E. coli* por 100 mg de areia (Resolução SMAC N° 468/2010).

Areia das Praias - Classificação	Coliformes Totais(NMP/100g)	<i>E. coli</i>(NMP/100g)
Ótima	****	Até 10.000
Boa	***	> 10.000 a 20.000
Regular	**	> 20.000 a 30.000
Não recomendada	*	Acima de 30.000

Fonte: Adaptada da Resolução SMAC N° 468/2010.

A Resolução CONAMA n° 274/2000, não estabelece nenhum parâmetro de avaliação quanto a areia dos balneários, entretanto recomenda aos órgãos ambientais que se faça avaliação das condições parasitológicas e microbiológicas da areia, para a realização de futuras padronizações.

Fora do Brasil os valores estabelecidos para o controle da qualidade da areia, são de 1.000/g de areia para coliformes termotolerantes e 100/g de areia para estreptococos fecais (enterococos) e na Europa os valores admissíveis é de 20 UFC/g em amostras de areia seca (CETESB, 2015). Ainda de acordo com a Cetesb (2015), tais valores apresentados não foram estabelecidos através dos efeitos causados a saúde dos banhistas, e sim pela quantificação de microrganismos patogênicos encontrados nesse ambiente, o que se torna complicado a classificação da areia como apropriada ou não para o uso.

3.4 Indicadores microbiológicos utilizados na análise de qualidade da água e de areia

Microrganismos indicadores na avaliação da qualidade microbiológicas da água, são grupos ou espécies de microrganismos utilizados ao longo do tempo para a detecção de contaminação de origem fecal (FRANCO; LANDGRAF, 2008) e mais recentemente está sendo utilizado para avaliar a qualidade da areia das praias pois de acordo com Maier *et al.* (2003), este ambiente também pode ser uma fonte de contaminação por microrganismos patogênicos.

Para ser considerado um microrganismo indicador, é necessário que o microrganismo apresente as seguintes características:

o microrganismo deve ser de rápida e fácil detecção; não deve estar presente como contaminante natural, pois assim sua detecção não indicará necessariamente, a presença de patógenos; deve estar sempre presente quando o patógeno associado estiver; o número deve correlacionar-se com o do patógeno; deve apresentar necessidade de crescimento e velocidade de crescimento semelhante às do patógeno; deve ter velocidade de morte semelhante à do patógeno e se possível ter sobrevivência levemente superior à do patógeno (FRANCO; LANDGRAF, 2008, p. 27).

Os microrganismos utilizados como indicadores para contaminação fecal, estão presente no conteúdo intestinal do homem e de animais de sangue quente e apresentam persistência em ambiente aquático (FRANCO; LANDGRAF, 2008). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (1999), os indicadores fecais mais utilizados hoje são os coliformes termotolerantes, *E. coli* e *enterococcus* ou *Streptococcus* fecais.

O grupo dos coliformes da família enterobacteriaceae que compreende bactérias gram-negativas com tipo morfológico de bacilos, são aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativo, fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C em 24 – 48 horas e podem apresentar atividade da enzima β – galactosidase. A maioria dos integrantes desse grupo pertencem aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo (CETESB, 2012).

Entre os gêneros apenas a *E. coli* tem como habitat primário o trato intestinal dos animais de sangue quente como o homem, os outros gêneros podem ser encontrados

tanto nas fezes como também nos vegetais, no solo e na água, podendo sobreviver nesse habitat por tempo prolongado se comparados com as bactérias patogênicas de origem intestinal (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Por serem encontrados em diferentes ambientes os coliformes totais não podem ser utilizados como indicadores de patógenos fecais, são heterotróficos, capazes de se multiplicarem variados ambientes e sua presença não indica necessariamente contaminação de origem fecal recente ou presença de enteropatógenos(OMS, 2011; FRANCO, LANDGRAF, 2008). Ainda conforme a Organização Mundial da Saúde (2011) os coliformes totais é considerado um grupo que abriga espécies ambientais e fecais.

Quando é detectada a presença de coliformes totais em amostras de água potável, pode se afirmar de maneira remota a possível formação de biofilmes assim como também tratamento inadequado da água (OMS, 2011).Biofilmes podem ser definidos como formas de existência microbiana espacial e metabolicamente estruturadas em comunidades embebidas nas matrizes de substâncias poliméricas extracelulares e aderidas a superfícies bióticas ou abióticas(Oliveira; Brugnetra; Piccoli, 2010).

As bactérias coliformes termotolerantes são um subconjunto dos coliformes totais, que são capazes de fermentar a lactose em temperatura de 44 a 45°C, produzindo a enzima β -galactosidase e foram por muito tempo denominadas “coliformes fecais”, pois acreditava-se que sua origem era exclusivamente fecal, entretanto pesquisas feitas com esses microrganismos comprovaram que apenas a *E.coli* é encontrada em densidade elevadas nas fezes de animais de sangue quente, enquanto que as outras espécies podem ter origem ambiental, por esse motivo o termo mais aceito atualmente é “coliformes termotolerantes” (OMS, 2011).

Os coliformes termotolerantes são considerados ótimos indicadores de contaminação se comparados com os coliformes totais, pois apresentam um período de sobrevivência semelhante ao das bactérias patogênicas (VALDEZ; GROSELLI, 2012). A Organização Mundial da Saúde (2003), estabelece que a *E. coli* é o indicador ideal de contaminação fecal, mas são igualmente aceitáveis para esse fim os coliformes termotolerantes.

No Brasil o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução 357/2005, que dispõe sobre a classificação de corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, estabelece que os coliformes termotolerantes sejam utilizados como padrões para avaliação da qualidade microbiológica, mas ressalta que

estes podem ser substituídos pela *E. coli*, conforme critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente (CONAMA, 2005).

O grupo dos coliformes termotolerantes podem ser analisados quantitativamente pela técnica de tubos múltiplos, por membrana filtrante ou pelo substrato fluorogênicos e/ou cromogênicos, que possuem vantagens e desvantagens que devem ser observadas de acordo com os objetivos de cada análise e recursos disponíveis (CETESB, 2007).

O médico Theodor Escherich foi o primeiro a estudar a *E. coli* em 1885, quando tentava o isolamento do agente etiológico da cólera, que inicialmente denominou a bactéria de *Bacterium coli commune*, devido a sua alta incidência nos casos de diarreias. Ainda de acordo com o mesmo autor, a *E. coli* assim como os outros coliformes, apresenta uma grande facilidade de isolamento, principalmente pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás, característica suficiente para a determinação presuntiva desse microrganismo (JAY, 2005). Seu crescimento pode ocorrer em condições mínimas como meios de cultivos de que contenha apenas carbono e nitrogênio e em outros minerais (JAY, 2005).

É uma bactéria patogênica, que pode ser encontrada na flora intestinal do homem e de outros animais de sangue quente onde não causa nenhum tipo de problema a saúde, mas quando presente em outras partes do corpo causa doenças graves como infecções do trato urinário, meningite, diarreia aguda, entre outras. Logo várias classes de *E. coli* enteropatogênica foram identificados com base em diferentes níveis de virulência incluindo *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* enterotoxigênica (ETEC), *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), enteroagregante *E. coli* (EAEC) e *E. coli* (DAEC) de adesão difusa (OMS, 2011).

De acordo com Organização Mundial da Saúde a *E. coli* pode ser diferenciada dos outros coliformes termotolerantes pela capacidade da produção da enzima B-glucuronidase. Estão presentes em número elevado no intestino de animais de sangue quente (Tabela 3), e por ser raramente encontrada na ausência de poluição fecal, embora hajam algumas evidências de crescimento em solos tropicais (PERIN *et al.* 2010).

Tabela 3: Porcentagem de *E. coli* em fezes humana e de outros animais

Animal Examinado	<i>E. coli</i> (%)
Frango	90
Vaca	99,9
Ovelha	97
Cabra	92
Porco	83,5
Cão	91
Gato	100
Cavalo	100
Homem	96,8
Média (%)	94,5

Fonte: adaptado da Organização Mundial da Saúde (1999).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (2011), os *enterococcus* são bactérias gram-positivas, facultativamente anaeróbios que podem ocorrer isoladamente ou pares como cadeias curtas, tolerantes ao cloreto de sódio e pH alcalino. Esses microrganismos são recomendados como indicadores de contaminação fecal, pois a maioria das espécies não se multiplicam em ambientes hídricos, entretanto são capazes de sobreviver por mais tempo em ambientes de água do que a *E. coli* (JAY, 2005).

Os enterococcus intestinais são oriundos da fezes humanas e de outros animais (Tabela 4), e são encontrados em ambientes de esgoto e água e algumas espécies também são detectadas em solos não contaminados (OMS, 2011).

Tabela 4: Ocorrência de enterococos em amostras de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quentes.

Espécies de animais	Nº de amostras	<i>E. faecalis</i> %	<i>E. faecium</i> %
Humanos	32	41	88
Cachorro	21	29	76
Gato	1	-	-
Porco	22	77	100
Cavalo	3	50	33
Ovelha	4	100	100
Vaca	15	-	73
Galinha	13	92	100
Cabras	2	100	100
Castores	3	-	-

Fonte: adaptado da Organização Mundial da Saúde (1999).

Os *enterococcus* foram sugeridos como indicadores de qualidade da água em 1990 pelo pesquisador Ostrolenk e seus colaboradores, pois foram os primeiros a comparar esses microrganismos com os coliformes (JAY, 2005). Essas bactérias pertenciam ao gênero *Streptococcus* e a partir de 1984 passaram a pertencer ao gênero *Enterococcus* que conta atualmente com 16 espécies reconhecidas (FRANCO, LANDGRAF, 2008).

O gênero *enterococcus* são classificados de três grupos baseado na reação da hemólise: estreptococos α -hemolíticos na qual resultam em lise incompleta das hemácias, estreptococos β -hemolíticos que produzem lise completa das hemácias e γ -hemolíticos não produzem hemólise (SAVINI *et al.*, 2015).

Entre as espécies de *enterococcus* as mais encontradas na contaminação fecal são: *E. faecalis*, *E. faecium*, *E. durans* e *E. hirae*, por essa razão essas espécies são separadas dos outros estreptococos fecais, embora alguns desses microrganismos também ser encontrados no solo (OMS, 2011). Ainda de acordo com a OMS (2011), os *enterococcus* são utilizados como indicadores para classificação da água salina devido sua resistência nesse meio quando comparado com *E. coli*.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

4.1.1 Características gerais da área de estudo

Localizada na região Oeste do Pará, o Município de Santarém possui uma área de 22.886,761 Km², com uma população de 294.580 habitantes (IBGE, 2013). É banhada pelo Rio Tapajós, onde ao longo das suas margens formam-se quilômetros de praias de água doce, entre elas destaca-se a praia do Maracanã, objeto de estudo desta pesquisa.

A praia do Maracanã fica situada na margem direita do Rio Tapajós, localizada na área urbana distante 10 km à montante da orla urbana de Santarém, a praia é uma das mais conhecidas, compreende a foz do Rio Tapajós recebendo todo o volume d'água proveniente do seu curso superior (SILVA, 2012), possui água clara, areia fina e branca (SEMATUR, 2012), situada no bairro com mesmo nome, Maracanã e é historicamente considerada uma vila de pescadores.

A praia possui barracas de médio porte de uso misto (moradia, restaurantes e bares), contendo pontes interligando as barracas.É um local bastante utilizado para o lazer, além de apresentar um grande movimento de moradores, pescadores e trabalhadores. Além do lazer os moradores utilizam a água do rio para atividade turística, uso do rio para a pesca e para uso doméstico (JUNIOR, 2010)em decorrência da proximidade com o centro da cidade de Santarém é muito frequentada.

4.1.2 Estações, período e frequências das coletas

Na praia do Maracanã foram selecionados três pontos para a coleta das amostras da água e areia(Figura 1) após a observação da área. Abaixo segue a descrição de cada ponto.

Ponto 1: situado nas coordenadas geográfica é 02°25'07.2"S, 054°48'55.1"W, onde segundo observação recebe menos concentração de banhistas.

Ponto 2: situado numa área onde o fluxo de frequentadores é intenso com coordenadas geográficas de 02°25'08.8"S, 054°49'01.3"W.

Ponto 3: situado próximo a uma área que abriga comumente plantas aquáticas como as macrófitas cuja as coordenadas geográficas são 02°25'10.7"S, 054°49'08.3"W.

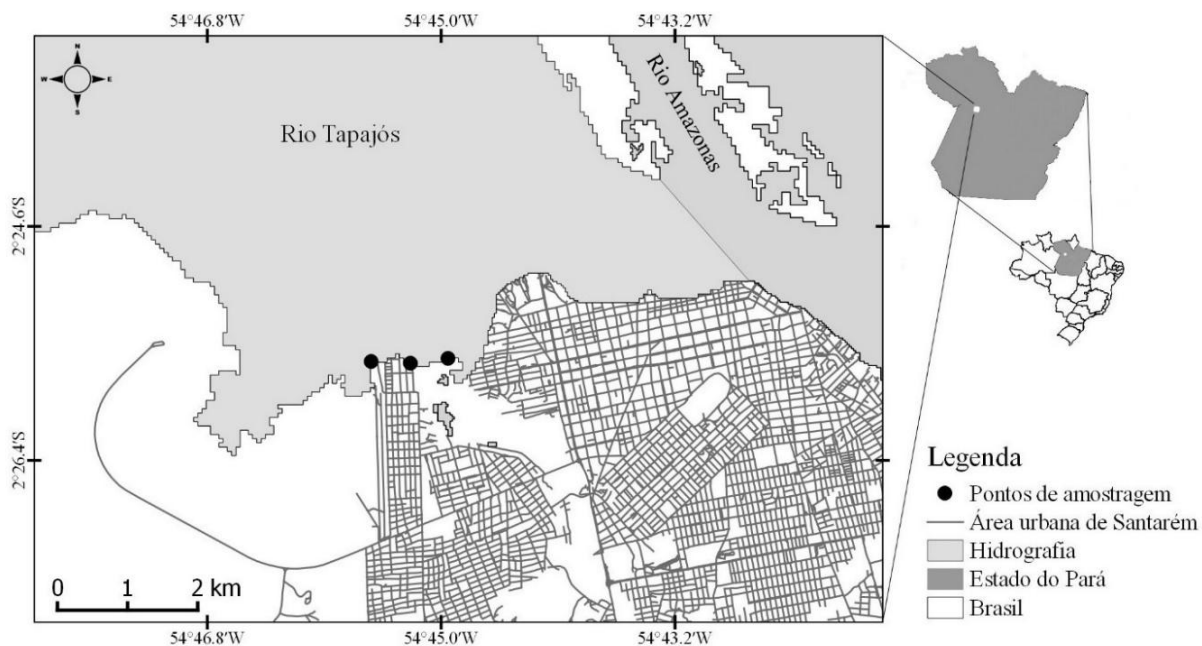


Figura 1: Localização dos pontos de coletas de água e areia da praia do Maracanã, Santarém, Pará.
Fonte: Laboratório de Geoinformação e Análise Ambiental/ GAAM- UFOPA

As coletas das amostras de água foram realizadas em dois períodos sazonais do ano de 2016, durante a cheia compreendendo os meses de abril a maio, e durante a vazante, nos meses de julho a agosto do referido ano. Após visitas e observação do local, foram realizadas 6 coletas em semana consecutivas por período em três pontos no horário da manhã entre 7:00hs e 8:30hs e ao final foram totalizadas 36 amostras de água compreendendo os dois períodos de amostragem, sendo 18 amostras por período amostrado.

As coletas das amostras de areias, estas foram realizadas no segundo semestre do ano, no período de agosto a outubro de 2016, época em que há surgimento da praia. Foram realizadas 10 coletas em semanas consecutivas no horário de 7:00hs e 8:30hs da manhã. Ao final foram totalizadas 60 amostras de areia compreendendo duas faixas de areia (úmida e seca), sendo 30 amostras por faixa amostrada.

4.2 Métodos

4.2.1 Coleta das amostras de águas

Os procedimentos de coleta das amostras seguiram a metodologia padronizada na qual as amostras foram coletadas em frascos de vidro estéril de volume total de 100 mL. Os foram mergulhados cerca de 20 cm abaixo da lâmina d'água no sentido contrário à corrente, de modo a preencher o volume total do frasco, a uma profundidade de um metro (Figura 2) (ABELHO, 2013). No final da coleta todas as amostras foram identificadas de acordo com o ponto, data e hora da coleta e acondicionadas a uma temperatura a cerca a 4°C em caixa isotérmica, para o transporte até o Laboratório de Ensino Multidisciplinar de Biologia Aplicada (Labio) (ICTA/UFOPA). O início das análises microbiológicas foram realizadas em período que não ultrapassou o limite de 4 horas.



Figura 2: Coleta de amostra de água da praia do Maracanã, Santarém, Pará
Fonte: Este estudo.

4.2.2 Coleta das amostras de areias

Para coleta, preservação e transporte das amostras de areia foi utilizado a metodologia descrita na Resolução SMAC N° 468/2010, com adaptação. Em cada ponto foram coletadas: amostras de areia da faixa seca da praia, que normalmente não é

influenciada pela água, correspondente à área de fluxo de banhistas; e amostras de areia da faixa úmida, que corresponde aquela região em constante contato com água do rio. Em cada faixa foram delimitados três pontos amostrais com área de 1 m² cada e destes foram coletadas três amostras de areia seca e areia úmida, totalizando ao final do período de coletas 60 amostras de areia (Figura 3).



Figura 3: Faixas de coleta para amostra de areia da praia do Maracanã, Santarém, Pará.
Fonte: Este estudo.

As amostras das duas faixas foram coletadas, com a retirada de aproximadamente 100g de areia em cada ponto, numa profundidade de 5cm aproximadamente a partir da superfície da areia, com o auxílio de Becker estéril, colocadas em sacos plásticos descartáveis estéreis, devidamente identificados e acondicionado em caixas isotérmicas com temperatura de 4°C (Figura 6). Em seguida foram transportadas até o Laboratório de Ensino Multidisciplinar de Biologia Aplicada (Labio) (ICTA/UFOPA), e o início dos procedimentos de análise microbiológicas foram realizados em período que não ultrapassou o limite de 4 horas.



Figura 4: Coleta de amostra de areia da praia do Maracanã, Santarém, Pará.
Fonte: Este estudo.

4.2.3 Parâmetros de campo

Os parâmetros ambientais a temperatura e pH da água foram aferidos *in loco* por meio do equipamento multiparâmetro, o pHmetro da marca HANNA, modelo HI 99192 (Figura 5).



Figura 5: Coleta dos parâmetros ambientais pH e temperatura da água da praia do Maracanã, Santarém, Para. Fonte: Este Estudo.

4.2.4 Análises microbiológicas da água e da areia

Os procedimentos de análise dos parâmetros microbiológicos como: identificação de coliformes totais (CT) e coliformes termotolerantes totais (CTT), na água e na areia foram realizados pela técnica dos tubos múltiplos e o cálculo pelo método do NMP, descritos na norma técnica da CETESB (2007). Para as análises foram utilizados meios de culturas que serão descritos no decorrer dos procedimentos laboratoriais. Esses meios favoreceram o crescimento de bactérias do grupo dos coliformes.

Em ambiente asséptico as análises ocorreram em duas etapas consecutivas: a primeira etapa ocorreu com a diluição e o teste presuntivo; a segunda etapa ocorreu com o teste de confirmação de coliformes totais e termotolerantes nas amostras (CETESB, 2015).

4.2.4.1 Diluição e teste presuntivos das amostras

Para as amostras de água, os frascos foram abertos, com uma pipeta estéril, foram retirados uma alíquota de 1 mL da amostra e transferido para um tubo de ensaio contendo 9 mL de solução salina a 0,85%, sendo esta a diluição 10^{-1} . Após a homogeneização, com outra pipeta estéril foi transferido 1 mL da diluição 10^{-1} para outro tubo de ensaio contendo 9 mL solução salina a 0,85% sendo considerada esta como a diluição 10^{-2} e assim sucessivamente até a diluição 10^{-4} (Figura 6).



Figura 6: Diluição da amostra de água da praia do Maracanã em solução salina a 0,85%.
Fonte: Este estudo.

No teste presuntivos das amostras de água foram efetuadas diluições decimais consecutivas, onde foi adicionado 1 mL da amostra diluída em tubos de ensaio com tubos de Durham em posição invertida em seu interior com caldo lactosado, de forma a obter 4 tubos para cada diluição na seguinte sequência: 10^{-1} , 10^{-2} e assim sucessivamente até a diluição 10^{-4} . Após a inoculação as amostras foram incubadas em estufa bacteriológica a 35 ± 5 °C por até 48h. Os tubos que apresentaram formação de gás no interior dos tubos de Durham e turbidez do meio foram considerados resultados positivos para as bactérias do grupo coliformes.

As amostras de areia foram retiradas dos sacos plásticos com auxílio de uma espátula estéril, sob condições de assepsia. Foram pesadas 50g de cada amostra e transferidas para um Becker de capacidade de 600mL, com 480 ml com solução salina a 0,85% esterilizada, para fazer a diluição da amostra (Figura 7A-7F). A homogeneização foi realizada de forma manual por 10 minutos.

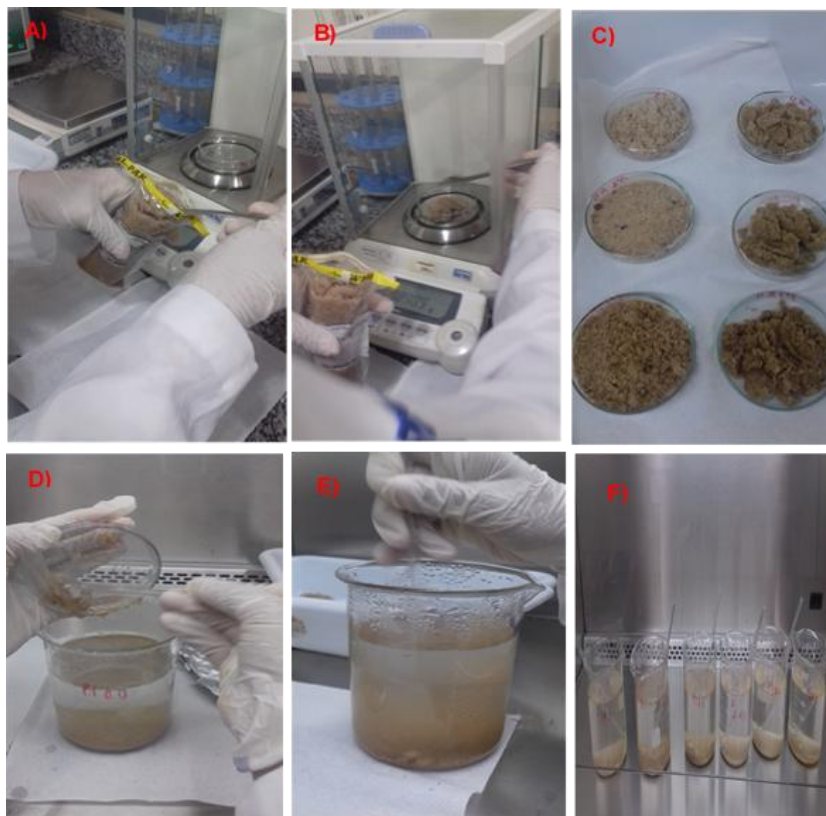


Figura 7: Diluição da amostra de areia; A) e B) pesagem; C) areia seca e úmida pesadas; D), E) e F) homogeneização da amostra de areia em solução salina, da praia do Maracanã, Santarém, Para.
Fonte: Este estudo.

Após a homogeneização foi retirado 1 mL da amostra já diluída e transferido para um tubo de ensaio contendo 9 mL de solução salina a 0.85%, sendo esta a diluição 10^{-2} , e após diluição, com outra pipeta estéril foi transferido 1 mL da diluição 10^{-2} para outro tubo de ensaio contendo 9 mL de solução salina a 0,85% sendo a diluição 10^{-3} e assim sucessivamente até a diluição 10^{-4} (Figura 8A e 8B).

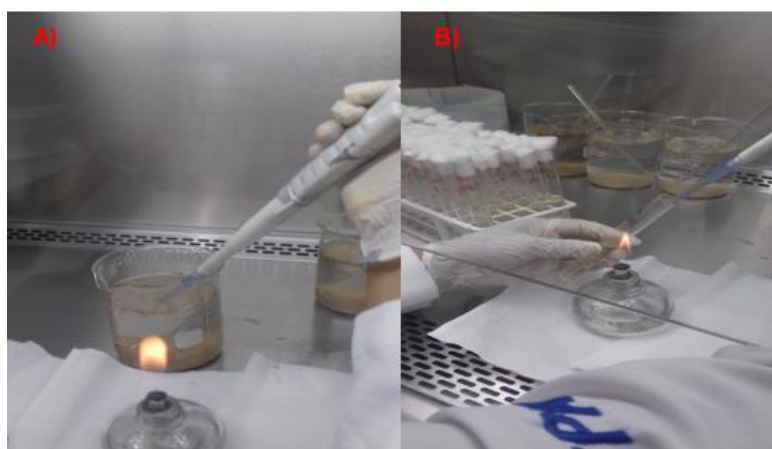


Figura 8: Retirada (A) e diluição (B) da amostra de areia, da praia do Maracanã, Santarém, Para, em solução salina a 0.85%
Fonte: Este estudo.

4.2.4.2 Teste de confirmação para coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT) para amostra de água e de areia

A partir dos resultados do teste presuntivos foi realizado o *teste confirmativo* de CT, utilizando caldo lactose bile verde brilhante (VBB), também com tubos de Durham invertidos no interior dos tubos de ensaio. A inoculação foi feita por meio da transferência de 0,1mL de material retirado dos tubos positivos do caldo lactosado, com auxílio de uma alça bacteriológica descartável. Os inóculos foram incubados a $35 \pm 5^\circ\text{C}$ por 48h em estufa bacteriológica e foram considerados positivos, os tubos que apresentaram turbidez e gás no interior dos tubos de Durham (Figura 9).



Figura 9: Tubos positivos para CT para amostra de água e areia da praia do Maracanã, Santarém-PA.

Fonte: Este estudo.

Após os resultados do teste confirmativo para CT, foram transferidos dos tubos positivos com alça bacteriológica descartável 0,1mL da amostra, para os tubos contendo Caldo EC com tubos de Durham invertido em seu interior, para o *teste confirmativo* para CTT. As amostras foram incubadas em banho maria a $45 \pm 5^\circ\text{C}$ por 48h, decorrido este período considerou – se a amostra positiva para CTT os tubos que apresentaram a presença de gás e turbidez no meio(Figura10).

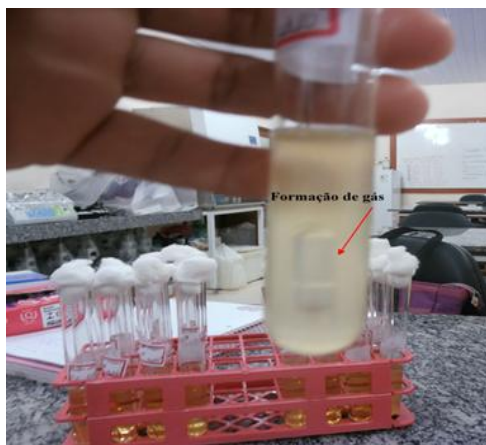


Figura 10: Tubos positivos para CTT para amostra de água e areia da praia do Maracanã, Santarém- PA.
Fonte: Este estudo.

Com os dados obtidos, foi calculado o NMP (Número Mais Provável) de coliformes termotolerantes para 100 mL de água e 100 g de areia.

4.3 Procedimento Estatísticos

Os dados obtidos após as análises dos parâmetros ambientais e microbiológicos por ponto de coleta e tipo de amostra (água e areia), foram tabulados e analisados estatisticamente com auxílio das ferramentas software *Excel* 2010 (Microsoft Office®). Através de estatística descritiva foram calculados as médias, valores máximos, valores mínimos e de onde foram confeccionados tabelas de forma a apresentar os resultados mais claramente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros Ambientais da água da praia Maracanã

Os dados obtidos para os parâmetros ambientais (temperatura e pH) das amostras de água da praia do Maracanã nos dois períodos sazonais pesquisados figuram na Tabela 5.

Tabela 5: Parâmetros ambientais (temperatura, pH) da água nos dois períodos sazonais do Rio Tapajós na praia do Maracanã, Santarém/PA.

Parâmetros ambientais												
Período	Cheia						Vazante					
Coleta	pH			Temperatura (°C)			pH			Temperatura (°C)		
	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
1	7	6,8	6,9	29,8	29,3	29,4	6,9	7	7	29,4	29,7	29,5
2	7,2	7	6,9	29,2	27,5	25,9	6,8	6,8	6,6	30,6	30,1	29,9
3	7,3	6,6	6,7	29,4	29,6	29	7,1	7,5	7,3	32	31,5	31,9
4	7,5	7,3	7,1	17	18	17,9	7,2	7,1	7	30	30,1	30
5	7,3	7,1	7,2	30,1	30	30,2	6,8	7	6,9	29,8	30,1	30,5
6	7	7,1	6,9	30	29,9	29,6	6,8	7,1	7	29,4	29,9	29,7
Média	*7,05			*27,3			*6,99			*30,3		

*Média geral incluindo todos os pontos nos períodos sazonais (enchente e vazante).

Fonte: Este estudo

No período da enchente a água da praia do Maracanã apresentou temperaturas mínima e máxima de 17°C (ponto 1) e 30,2°C (ponto 3), respectivamente. Durante o período da vazante, 31,9°C foi a máxima temperatura atingida no ponto 3 e a temperatura mínima registrada foi de 29,4°C no ponto 1, com a maior média nesse período de amostragem (Tabela 5).

Os valores aqui encontrados estão compatíveis com os relatados para a água dos rios da Amazônia, e estão próximos dos valores encontrados por MIRANDA *et al.* (2009), em um estudo no rio Tapajós no período de menor volume pluviométrico que apresentou temperatura média de 29,7°C. Outro estudo que apresentou semelhança com os resultados deste estudo, foi desenvolvido por Silva (2012) também no rio Tapajós, que registrou a média da temperatura da água em 29,5°C em um ciclo de coleta anual entre os anos de 2010 e 2011.

As temperaturas obtidas no presente estudo favorecem de maneira reduzida o crescimento de bactérias do grupo dos coliformes, classificadas como mesofílicas que se desenvolvem em temperatura de $\pm 30^{\circ}\text{C}$, o que representa baixo potencial de multiplicação desses grupos de microrganismos (TORTORA; FUNKE; CASE, 2008).

Os valores de pH para os dois períodos sazonais variaram de 6,6 a 7,5, situando-se na faixa da neutralidade indo para a alcalinidade, com valor médio de 7,05 para o período da enchente e de 6,9 para o período da vazante. Considerando que a principal atividade desenvolvida na praia do Maracanã é a recreação, esses níveis encontram-se dentro dos limites aceitáveis estabelecidos pelas Resoluções N° 274/200 e N° 357/2005 do CONAMA, onde ambas estabelecem que para a prática da recreação, o pH não deva ser inferior a 6,0 e superior a 9,0 assim o pH aferido durante os dois períodos amostrais na praia do Maracanã estão em conformidade com o recomendado pela legislação brasileira em vigor.

Os valores aproximados de pH nos dois períodos estudados revelam que há pouca variação espacial e sazonal entre os pontos conforme mostra a análise das médias apresentadas na Tabela 5, assim como os valores encontram-se na faixa da neutralidade. De acordo com Cunha e Pascoaloto (2006) o rio Tapajós possui águas menos ácidas, dada à ocorrência de calcário em sua bacia hidrográfica, em relação, a isso, Libânio (2010), também explica que em águas naturais superficiais, os valores de pH geralmente variam de 6 a 8,5, como os valores médios encontrados nesta pesquisa.

O pH neutro não é comum para rios amazônicos, em especial o rio Tapajós que possui águas claras e pH variando entre 4,0 e 7,0, porém, os valores encontrados em nossa pesquisa são semelhantes com os valores verificados outrora no rio Tapajós por Miranda *et al.* (2009) e Silva (2012), os quais encontraram pH na faixa de 7,4 a 7,2.

O crescimento da *E. coli* pertencente ao grupo dos coliformes ocorre em torno de pH 5 (SANTOS *et al.*, 2016), nesse sentido os valores de pH encontrados no presente trabalho não favoreceram o crescimento e sobrevivência dessa bactéria no ambiente pesquisado, assim como também não apresentam qualquer efeito nocivo para a derme humana segundo estabelece a legislação vigente.

5.2. Coliformes totais e termotolerantes da água da praia do Maracanã

Os valores de NPM por 100mL para coliformes totais e termotolerantes na água da praia do Maracanã nos dois períodos sazonais enchente e vazante, são apresentados na Tabela 6.

A quantificação de coliformes totais encontrada nos três pontos de coletas no período da cheia durante as coletas consecutivas mostrou uma variação nos valores para CT com mínimo de 83 NMP/100mL no ponto 1 na sexta coleta e máximo de 610 NMP/100mL, no ponto 2 na primeira coleta, e ponto 1 na quarta coleta. O ponto 2 foi o que apresentou a maior média de NMP para este período amostral (Tabela 6). A média encontrada para o período foi de 859,3NMP/100mL.

Quanto aos valores de NMP/100mL para CTT, os valores mínimos obtidos para o mesmo ponto foi de 60 NMP (sexta coleta) e máximo de 400 NMP (quarta coleta), bem como a média para o período da cheia foi de 506,7NMP/100mL(Tabela 6).

Os três pontos de coletas para o período da vazante apresentaram variação nos valores de NMP para CT com mínimo de 81 NMP/100mL (ponto 1; sexta coleta), máximo de 490 NMP/ 100mL (ponto 2; segunda coleta). A maior média atingida para o período foi observada no ponto 1 com 267NMP/100mL com média geral para o período foi de 708,8NMP/mL.

Os valores de NMP/100mL para CTT atingiram valores máximo de 400 NMP (ponto 2; segunda coleta) e mínimo de 18 NMP (ponto 3; sexta coleta), no período da vazante, com maior média de 153NMP/100mL para o ponto 2, e a média geral foi de 403,8NMP/100mL.

Os valores encontrados de NMP/100mL tanto para CT quanto para CTT nesta pesquisa para o período total estiveram abaixo do limite legal brasileiro que é 1000 NMP/100mL de água, podendo ser considerado como satisfatório.

Durante o período da enchente e da vazante a concentração de coliformes termotolerantes manteve-se abaixo do limite máximo definido pela RESOLUÇÃO CONAMA n° 274/2000 que referencia NMP de 1.000/100mL. Ainda de acordo com a mesma resolução a saúde e o bem-estar dos banhistas podem ser prejudicados pelas condições de balneabilidade das praias, sendo estas consideradas impróprias quando o valor obtido na amostragem for superior a 2.500 coliformes termotolerantes por 100

mililitros de água (CONAMA, 2000) baseado nos valores encontrados e confrontados neste estudo com padrões preestabelecidos, pode-se classificar a praia do Maracanã como própria para a prática da recreação.

Tabela 6: Valores médios e absolutos de NMP/100mL de coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT) encontrados na água da praia Maracanã em Santarém, Pará.

Período	Cheia						Vazante					
	CT (NMP/100mL)			CTT (NMP/100mL)			CT (NMP/100mL)			CTT (NMP/100mL)		
	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
1	200	610	170	100	200	130	450	200	200	200	110	100
2	210	400	200	210	260	110	200	490	200	110	400	180
3	400	93	200	200	68	100	200	400	180	160	200	160
4	610	450	200	400	360	100	470	82	240	170	60	200
5	260	200	450	220	100	200	200	200	110	100	110	68
6	83	270	150	60	140	82	81	170	180	40	37	18
Máximo	610	610	450	400	360	200	470	490	240	200	400	200
Mínimo	83	93	150	60	68	82	81	82	110	40	37	18
Média Ponto	294	337	228	198	188	120	267	257	185	130	153	121
Média Período	859,3			506,7			708,8			403,8		

Fonte: Este estudo

Ainda que os valores aqui encontrados sejam inferiores aqueles estabelecidos pela legislação vigente, quanto a presença de bactérias do grupo dos coliformes na água, estes resultados, entretanto podem indicar a possibilidade da presença de organismos patogênicos de origem fecal (CETESB, 2015).

Quanto aos resultados apresentados são evidentes que no local está ocorrendo contaminação, pois o presente estudo mostrou a presença de CT e CTT na água da praia do Maracanã. Tais resultados podem ser justificados em virtude do balneário estar na zona urbana da cidade de Santarém.

De acordo com Scholten *et al.* (2012), os corpos hídricos que ficam na zona urbana são os mais poluídos. Ainda em relação a contaminação da água das praias, Monteiro *et al.* (2015), discorre que a posição geográfica e a poluição difusa trazida pela

chuva misturada com o esgoto domiciliar influenciam diretamente na contaminação desses locais.

A questão para mudanças na qualidade da água em decorrência da influência do período de chuva pode ser corroborada com os resultados encontrados neste estudo onde os maiores valores para coliformes são observados no período da cheia com valores médios de CT e CTT foi de 859,3 e 506,7 NMP/100mL, respectivamente, contra os valores médios de CT e CTT de 708,8 e 403,8 NMP/100mL no período da vazante, nesse sentido o período chuvoso é mais um fator a ser somado para manter os altos valores de NMP/mL para CTT.

Estudos reforçam a relação direta entre o índice de coliformes e o aumento da pluviosidade, já que as torrentes influenciam diretamente a densidade de microrganismos em corpos d'água (FRANCENER *et al.*, 2011; CUNHA, 2012). Porém é bom salientar que apesar dos valores médios de CT e CTT foi de 859,3 e 506,7 NMP/100mL encontrados neste trabalho tenha sido maior na cheia é possível observar na média para os períodos, valores aproximados.

Outro ponto que merece destaque quanto aos resultados encontrados na praia do Maracanã está em virtude das diversas finalidades que a água desta praia tem para os moradores e trabalhadores do local. Isso por que a presença de bactérias patogênicas nas águas mostra o risco a saúde da população (CUNHA, 2012), principalmente por que a praia também serve como ambiente pesqueiro para os moradores. De acordo com Goes *et al.* (2016), os peixes possuem a capacidade de refletir nocividades causadas ao ecossistema onde habitam, o que pode ocasionar mortandade e ação genotóxicas nesses animais.

Durante as visitas foi evidenciado a existência de poços artesianos por alguns moradores da praia do Maracanã o que pode ser um problema em decorrência dos valores encontrados no presente trabalho, pois conforme Corrêa; Sousa (2003), a exploração da água subterrânea na cidade de Santarém pode ser agravada, tornando vulnerável a degradação dos mananciais, pelas descargas significativas de esgotos domésticos, comprometendo a saúde da população que utiliza essa água para o consumo.

Deve-se salientar que apesar dos valores encontrados não serem considerados próprios para potabilidade conforme a legislação nº 357/05, entretanto são considerados ótimos para a principal finalidade da água da praia que é a recreação, pois a quantidade encontrada é considerada baixa o que pode ser explicada pelo horário da coleta (manhã).

Tal argumento pode ser reforçado por Cunha (2010), onde cita que é possível que no período da manhã a temperatura da água contribui para a baixa reprodução das bactérias do grupo dos coliformes.

5.3 Coliformes totais e termotolerantes na areia da praia do Maracanã

Os resultados das análises de colimetria nas amostras da areia úmida e seca da Praia do Maracanã demonstraram que o ponto 2 (faixa areia seca) foi o local que apresentou maior valor de NMP/100mg (Tabela 7) para coliformes termotolerantes, com número máximo de 459 NMP/100mg e o ponto 1 foi o ponto que apresentou o maior valor para CT, também para a faixa da areia seca.

Em relação à média por ponto para a areia seca, o ponto 2 foi o que apresentou a maior média de contaminação para coliformes totais e termotolerantes atingindo valores médios de 492 e 210 NMP/100mg respectivamente, e na quinta coleta o ponto 1 apresentou o maior valor absoluto para coliformes totais de 1000NMP/100mg.

Os resultados da areia úmida apresentaram maior média encontrada no ponto 1 tanto para coliformes totais como termotolerantes com um valor de 300 NMP/100mg e 243 NMP/100mg respectivamente. Quando comparados os valores máximos e mínimos de contaminação pelas bactérias pesquisadas o ponto 3 também se destacou apresentando máxima de 780NMP/100mg, e o ponto 2 foi o local que menos apresentou a presença de coliformes termotolerantes no período amostrado.

Existe hoje uma crescente preocupação com o monitoramento da qualidade da areia das praias, muito embora os estudos relacionados sejam poucos, para os possíveis efeitos sobre a saúde, devido a exposição e a ingestão em virtude da existência de microrganismos patogênicos nesta matriz. São situações graves, tendo em vista que, as pessoas em contato com a areia contaminada podem contrair infecção, por isso que deve ser encarado como um problema de saúde pública (CETESB, 2015).

O presente estudo confirma essa preocupação, das 60 amostras analisadas de areia seca e úmida 100% destas se mostraram positivas para a contaminação por bactéria do grupo coliformes, indicando que a praia do Maracanã está sofrendo contaminação, pois este grupo de bactéria é um parâmetro para indicação de contaminação fecal.

Tabela 7: Valores médios e absolutos de NMP/100mL de coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT) encontrados na areia, por faixa de areia, da praia Maracanã em Santarém, Pará.

Coleta	Areia seca						Areia úmida					
	CT			CTT			CT			CTT		
	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3	P 1	P 2	P 3
1	170	700	200	100	450	110	200	680	360	100	200	200
2	200	360	170	120	200	120	200	100	400	140	82	110
3	700	700	710	370	200	450	610	180	180	360	110	100
4	600	900	370	200	180	180	100	180	210	600	170	200
5	1000	180	400	160	180	100	510	200	780	500	100	450
6	180	700	370	100	200	180	200	200	180	170	110	180
7	200	180	140	180	180	120	400	630	680	200	180	400
8	470	200	180	200	110	100	100	200	560	60	180	240
9	200	600	180	110	200	100	200	200	100	100	110	100
10	680	400	400	450	200	200	680	200	450	200	110	200
Máximo	1000	900	710	450	459	450	680	680	780	600	200	450
Mínimo	170	180	140	100	110	100	100	100	100	60	82	100
Média Ponto	440	492	312	199	210	166	300	277	390	243	135	218
Média Amostra	1184			575			1016			596,2		

Fonte: Este estudo

Outro ponto a ser destacado é para as fontes de contaminação da praia avaliada que apresentou 100% para presença de coliformes na areia o que pode ser explicado em decorrência de diferentes fatores. A Organização Mundial da Saúde (2003), lembra que a sobrevivência e a dispersão de microrganismos na areia da praia é resultado principalmente da maré, do esgoto, da estação do ano, da presença de animais e do número de banhistas.

Casos de infecção são causados por uma diversidade de patógenos fecais introduzidas no meio aquático por fontes pontuais como águas residuais e esgotos, ou por fontes difusas não pontuais, desenvolvimento costeiro, tanques sépticos com fugas, escoamento urbano, escoamento agrícola, descarga dos barcos, dos próprios banhistas e das populações animais locais (HALLIDAY; GAST, 2010).

Quando comparados os valores médios da contaminação pelos microrganismos pesquisados, é possível observar que a areia seca apresentou maiores valores de NMP/100mg para coliformes totais NMP/100mg para coliformes termotolerantes. Isso pode ser explicado devido a curta duração e sobrevivência de bactérias entéricas na

superfície da areia seca, em decorrência da sua destruição principalmente pela pressão ambiental, diferente da areia úmida que é enriquecida com nutrientes e torna-se um ambiente mais favorável para a multiplicação e sobrevivência das bactérias entéricas em relação a areia seca (OMS, 2003).

Maier *et al.* (2003) num estudo para a avaliação de fungos e bactérias patogênicas na areia de praias do litoral do Rio de Janeiro, encontraram uma grande quantidade de microrganismos patogênicos, principalmente na região de areia seca, que de acordo com os autores pode ser consequência dos maiores números de banhistas que ficam nessa região em decorrência da sombra das árvores, o que foi possível relacionar as possíveis fontes de contaminação, como restos de alimentos deixados pelos usuários, excretas de animais e a presença de esgoto.

Rego (2010), também detectou presença de microrganismos patogênicos que foi maior na areia seca, o que levou a sugerir que a contaminação da areia das praias possuem fontes externas como as ligações clandestinas de esgoto a rede pluvial que são responsável pela formação de línguas negras na areia e não da água que banha essas áreas.

Segundo Holliday e Gast(2010) em ambientes subtropicais como o Havaí, BIF (bactéria indicador fecal) são frequentemente encontradas em concentração elevadas em correntes de água doce. Porém a fonte de BIF para esses fluxos não é esgoto ou resíduos humanos, mas os solos locais, que são amplamente permissivos para a diversidade de bactérias fecais.

Quando comparados os mesmos dados encontrados tanto na areia seca como na areia úmida com a Resolução 468/10, é possível classificar a areia da praia do Maracanã na categoria ótima, pois todos os valores encontrados estavam abaixo de 10.000 NMP/100mg.

A qualidade de água de banho e areia tornaram-se indicadores na competição mundial de destinos de praia (TORRES-BEJARANO *et al.* 2016). Estudos sobre as causas do desapontamento dos turistas revelam que esse sentimento resulta da superlotação do destino e deterioração ambiental, então a qualidade ambiental dos destinos de sol e areia é um aspecto altamente valorizado em ponto turístico, inclusive o turista se dispõe a pagar mais em lugares em que sua saúde não esteja em risco (ALEGRE; GARAU, 2010; MERCADO; LASSOIE, 2002).

A importância econômica do turismo tem crescido na maioria dos países durante as últimas décadas. Embora o turismo seja uma importante fonte de renda para muitas cidades, a atividade afeta diretamente os recursos naturais (GARCIA; SERVERA 2003).

Três principais grupos de impactos foram citados: aqueles em que o equipamento turístico é o protagonista, destacando a impacto na areia (RICHARDS; HALL, 2000) e impacto sobre a população residente (DAS; MUKHERJEE, 2008). Os causados pela gestão da infraestrutura turística, como a geração e gestão de resíduos sólidos e líquidos (AMUQUANDOH 2010), e aqueles onde os turistas atingem diretamente o meio ambiente (GUERRA; PÉREZ, 2008). E aquele ocasionado principalmente por poluição por veículos em áreas naturais e a poluição da água pelo uso de produtos químicos (LEE, 2009).

Nesse sentido o monitoramento da água e areia de praias com padrões adotados pela legislação não é suficiente para eliminar completamente o risco sobre a saúde ambiental e riscos à saúde pública, faz-se necessário atuação de órgãos e instituições no sentido de proporcionar aos moradores e frequentadores da praia do Maracanã ações que promovam a educação ambiental.

6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

- A praia do Maracanã está própria para a prática da recreação.
- Os parâmetros ambientais da água não apresentam qualquer efeito nocivo para a pele segundo estabelece as legislações vigentes.
- Quanto aos resultados da colimetria da areia da praia do Maracanã está sofrendo contaminação fecal, pois 100% das amostras foram positivas para coliformes, parâmetro para indicação de contaminação fecal.
- Apesar de os resultados mostrarem valores que apesar de NMP/100 mL ou NMP/100mg de os coliformes totais e termotolerantes, não excederem os níveis permitidos pelas normas brasileiras, o monitoramento da água e areia de praias é importante para eliminar o risco para a saúde ambiental e riscos à saúde pública.

REFERÊNCIAS

ABELHO, M. *Protocolos de microbiologia ambiental – Parte 3: microbiologia ambiental aplicada*. Escola Superior Agrária Instituto Politécnico de Coimbra. 2013, p. 31.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial*. -- Brasília: ANA, 2015. P 164.

AMUQUANDOH, F. E. *Residents perceptions of the environmental impacts of tourism in the Lake Bosomtwe Basin, Ghana*. Journal of Sustainable Tourism, v. 10, n. 2, 2010, p. 223–238.

ALEGRE, J.; GARAU, J. *Tourist satisfaction and dissatisfaction*. Annals of Tourism Research, v. 37, n. 1, 2010, p. 52–73.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. *Introdução à engenharia ambiental*. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. p. 313.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - BRASIL. *Portaria 518 de 25 de março de 2004*. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2004, p 28.

_____. *Portaria 2.914/2011*. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2011, p 7.

CARVALHO, T. R. *Análise microbiológica de areia de praias do Município de Vitória/ES pelas técnicas de tubos múltiplos e membrana filtrante*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em ciências biológicas) - Faculdade Católica Salesiana do Espírito Santo, Vitória/ES, 2014.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. L5. 406: *Coliformes termotolerantes: Determinação em amostras ambientais pela técnica de tubos múltiplos com meio A1 - método de ensaio*. São Paulo: CETESB, 2007, p 16.

_____. *Relatório de Qualidade das praias litorâneas no Estado de São Paulo 2014*: Série Relatórios. São Paulo: CETESB, 2015. 189p.

_____. *Relatório de Qualidade das praias litorâneas no Estado de São Paulo 2011*: Série Relatórios. São Paulo: CETESB, 2012. 179p.

_____. *Relatório de Qualidade das praias litorâneas no Estado de São Paulo 2010*: Série Relatórios. São Paulo: CETESB, 2011. 187p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. *Resolução número 274/2000*. Dispõe sobre as condições de balneabilidade das águas brasileiras. Diário oficial da união: Republica Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2000.

_____. *Resolução número 357/2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o enquadramento, bem como estabelece as condições de lançamento de efluentes, e da outras providencias. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2005.

CORRÊA, L.L.; SOUSA, M.A. *Avaliação da qualidade da água da cidade de Santarém*.

In: Simpósio Amazonia, cidades e geopolíticas das águas, 1 Anais, BELÉM: UFPA, 2003, p. 29-31.

CUNHA, E.L. *Avaliação da contaminação bacteriana e por metais pesados na orla fluvial do município de Macapá, Amapá*. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical). Universidade Federal do Amapá, Macapá/AP, março de 2012.

CUNHA, A.H.; TARTLER, N.; DOS SANTOS, R.B.; FORTUNA, J.L. *Análise microbiológica da água do rio Itanhém em Teixeira de Freitas-BA*. Revista Biociências, Unitau, Bahia, v. 16, n. 2, 2010, p. 1-8.

CUNHA, H. B.; PASCOALOTO, D. *Hidroquímica dos Rios da Amazônia*. Manaus: Centro Cultural dos Povos da Amazônia, 2006. 147 p.

DANTAS, M. E.; TEIXEIRA, S.G. Origem das paisagens. Geodiversidade do Estado do Pará.(Eds AC Viero and DRA da Silva.).pp, 2010, p. 25-52.

DAS, D.; MUKHERJEE, K. (2008). *A QFD approach to addressing the impacts of tourism development*. Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism, V. 8, n. 3, 2008, p. 1–38.

FRANCO, B. D. G. de.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos Alimentos*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

FRANCENER,S.F.;ANDRADE,L.R;MOREIRA,J.P.P.C.;NUNES,M.L.A;GOMES,J.B. ;SANTOS,L.R.;NASCIMENTO,T.E.P.F;PICCOLO,L.C.C.;ENI,A.D.M.;RODRIGUES, E.A.D.M.; BIANQUI,W,A D.;WEBLER,A.D.; BRUCHA,G. *Avaliação do índice de balneabilidade em uma área de lazer no município de Ji-Paraná – Rondônia*. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió/AL, 2011.

GARCIA, C.; SERVERA, J. *Impacts of tourism development on water demand and beach degradation on the island of Mallorca (Spain)*.Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography, v. 85, n. 3–4, 2003, p.287–300.

GOES, I. M. C.; DE ABREU FREITAS, J. S.; SANTOS, J. M. K.;MACIEL, L. A. M.; PORTELA, A. *Avaliação da poluição do Rio Tapajós, no município de Santarém-PA, através do teste do micronúcleo, utilizando peixes como bioindicador*.Revista EM FOCO-Fundação Esperança/IESPES, v. 1, n. 23, 2016, p. 6-16.

GUERRA, T. R.; PÉREZ, G. T. *Canarias: entre el desarrollo turístico y la protección al medio*. *Estudes Caribe'ennes. Le tourisme dans les îles et littoraux tropicaux et subtropicaux*, V. 9, n. 10, 2008.

RICHARDS, G.; HALL, D. *The community: A sustainable concept in tourism development*. *Tourism and sustainable community development*, v. 7, n. 1, 2000, p.320.

HALLIDAY, E.; GAST, R. J. *Bacteria in beach sands: an emerging challenge in protecting coastal water quality and bather health*. *Environmental science & technology*, v. 45, n. 2, 2010, p. 370-379.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. *Atlas docenso demográfico 2010 / IBGE*. Rio de Janeiro; 2013. 156 p

_____. *Produção Extrativismo vegetal e Silvicultural*. Rio de Janeiro; 2009. 47 p.

JAY, J. M. *Microbiologia de alimentos*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. P.712.

JÚNIOR, C. T. *Laços & nós: dinâmicas sub-regionais e interfaces cidade-rio na Amazônia*. *Revista Geográfica de América Central*. N° Especial EGAL, II Semestre. Costa Rica, 2010, p. 1-16.

LEE, T. *A structural model for examining how destinations image and interpretation services affect future visitation behavior: A case study of Taiwan's Taomi eco-village*. *Journal of Sustainable Tourism*, V.17, n. 6, 2009, p. 727-745.

LIBÂNIO, M. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. 3. Edição-Campinas: Átomo, 2010, p. 444.

LOPES, F.W.A.;MAGALHÃES JR, A. P.; SPERLING, E. V. *Balneabilidade em águas doces no Brasil: riscos à saúde limitações metodológicas e operacionais*. *Hygeia*, V. 16, n. 9, 2013, p. 28 - 47.

MAIER, L. M.; OLIVEIRA, V. R.; REZENDE, K. C. R.; VIEIRA, V. D. R.; CARVALHO, C. R. *Avaliação da presença de fungos e bactérias patogênicas nas areias de duas praias de baixo hidrodinamismo e alta ocupação humana no litoral do município do Rio de Janeiro*. *Revista Augustus*. Rio de Janeiro, RJ, v. 8, n. 16, 2003.

MERCADO, L.; LASSOIE, J. P. *Assessing tourists' preferences for recreational and environmental management programs central to the sustainable development of a tourism area in the Dominican Republic*. *Environment, Development and Sustainability*, v. 4, n.2, 2002, p. 253-278.

MIRANDA, R.G.; PEREIRA, S.F.P.; ALVES, D.T.V.; OLIVEIRA, G.R.F. *Qualidade dos recursos hídricos da Amazônia-Rio Tapajós: avaliação de caso em relação aos elementos químicos e parâmetros físico-químicos*. *Revista Ambiente & Água, Taubaté*, v. 4, n. 2, 2009, p. 75-92.

MONTEIRO, D. T. L.; CATTER, K.M.; ROCHA3, R.S.; FONTELES-FILHO, A. A.; VIEIRA, R.H.S.F. *Qualidade bacteriológica da areia e água de duas praias do litoral cearense*. Arquivos de Ciências do Mar, v. 48, n. 2, 2015, p. 41-48.

NETO, M. E.; SILVA, da. W.O.; RAMEIRO, F.C.; NASCIMENTO, do E.S.; ALVES, A. de S. *Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do balneário veneza na bacia hidrográfica do médio Itapecuru, MA*. Arq. Inst. Biol., v.79, n.3, 2012, p.397-403.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE – OMS. *Monitoramento baseado em Saúde de águas de recreio: A viabilidade de uma nova abordagem*. Genebra: WHO, 1999, p. 50. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/Annapolis.pdf>. Acesso em 8 de setembro de 2016.

_____. *Diretrizes para a qualidade da água potável*. 4^a ed. Genebra: WHO, 2011, p. 541. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/Annapolis.pdf>. Acesso em 8 de setembro de 2016.

_____. *Diretrizes para ambientes seguros de água de recreio volume 1: Águas costeiras e frescas*. Genebra: WHO, 2003, p. 253. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/Annapolis.pdf>. Acesso em 8 de setembro de 2016.

PERIN, L. M.; YAMAZI, A. K.; MORAES, P.M.; COSSI, M.V. C.; PAULO SÉRGIO, P.; PINTO, A.; NERO, I.A. *Glucuronidase activity of Escherichia coli isolated from chicken carcasses*. Brazilian Journal of Microbiology, v.41, n. 2, 2010, p. 819-823.

PHILIPPI, J.A. *Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. Barueri, SP: Manole, 2005, p. 842.

PINTO, A. B.; OLIVEIRA, A. J. F. C. de. *Diversidade de microrganismos indicadores utilizados na avaliação da contaminação fecal de areias de praias recreacionais marinhas: estado atual do conhecimento e perspectivas*. O Mundo da Saúde, São Paulo, v.35, n.1, 2011, p.105–114.

PINTO, A. B.; PEREIRA, C. R.; OLIVEIRA, A. J. F. C. *Densidade de Enterococcus sp em águas recreacionais areias de praias do município de São Vicente-SP, Brasil e sua relação com parâmetros abióticos*. O Mundo da Saúde, São Paulo, v.36 n. 4, 2012, p.587-593.

PINTO, M.C.O.B.S. *A Amazônia e o imaginário das águas*. In: Encontro da região norte da sociedade brasileira de sociologia, v. 1, 2008.

REBOUÇAS, A. C. *Águas doces no Brasil*. Edit: Escrituras: São Paulo, 2002.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 4^a ed. Edit: Escrituras: São Paulo, 2006, p. 732.

REGO, J. C. V. *Qualidade Sanitária de Água e Areia de Praias da Baía de Guanabara*. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências na área da Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz-FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2010.

DOS SANTOS, S. S.; BARRETO, L. M.; DA SILVEIRA, C. S.; REIS, N. A.; LIMA, K. A.; DE SOUZA, J. D. S.; EVANGELISTA-BARRETO, N. S. *Condições sanitárias de ostras produzidas e comercializadas em Taperoá, Bahia e o efeito da depuração na redução da carga microbiana*. Acta of Fisheries and Aquatic Resources, v. 3, n. 2, 2016, p. 49-60.

SAVINI, V.; GHERARDI, G.; ROBERTA MARROLLO, R.; FRANCO, A.; DE ARAUJO, F.P; DOTTARELLI, S.; FAZII, P.; BATTISTI, A.; CARRETTO, E. *Could β -hemolytic, group B Enterococcus faecalis be mistaken for Streptococcus agalactiae?* Diagnostic Microbiology and Infectious Disease, v.82, n. 1, 2015, p.32–33

SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO DE SANTARÉM – SEMATUR. *Praias de Santarém*. 2012. <Disponível em: www.santarem.pa.gov.br>. Acesso em 20/06/2016.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE - SMAC. *Resolução nº 468 de 28 de janeiro de 2010*. Dispõe sobre a análise e informações das condições das areias das praias no Município do Rio de Janeiro. Diário oficial do município do Rio de Janeiro. ANO XXIII • Nº 211. RJ, 2010.

SILVA, da, S. C. F. *Ecotoxicologia de cianobactérias no canal principal do baixo Rio Tapajós, Santarém, Pará, Amazônia, Brasil*. Dissertação (mestrado em Recursos Naturais da Amazônia). Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém/PA, agosto de 2012

SIOLI, H. *Valores de pH de águas amazônicas*. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Geologia, Belém, v. 1, 1957, p. 1-35.

SCHOLTEN, C.; LOPES, L.G.; AMARAL, L. A. *Dinâmica da poluição fecal nas águas do Córrego Rico, manancial de abastecimento da cidade de Jaboticabal-SP*. Ars Veterinária, v.28, n.3, 2012, p.177-184.

SPINACÉ, N. *Ah se essa água fosse limpa*. Revista Época, n 733. 2013, p.28-29.

SOARES, D. N. E. D. S. *Bases microbiológicas e químicas da qualidade ambiental da água e areia da orla de Manginhos – Serra, Espírito Santo, Brasil*. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecossistema) – Centro Universitário Vila Velha, Vila Velha, 2009. Disponível em: <http://www.uvv.br/edital_doc/13_DANIELA_NICIOLI_ESTEVAM_DA_SILVA_SOARES.pdf>. Acesso em: 03 fevereiro, 2016.

SOUSA, R. C. *Capacidade de carga recreacional, percepção dos usuários e qualidade da água em três praias turísticas da costa Amazônica*. Dissertação (Mestrado em Ecologia de ecossistemas Costeiros e Estuarinos) – Universidade Federal do Pará. Bragança/ PA, 2011. Disponível em:

<http://www.repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/2843/1/Dissertacao_CapacidadeCargaRecreacional.pdf> acesso em: 06 de março de 2016.

TORRES-BEJARANO, F., CANTERO, R., DIAZ-SOLANO, B., MENDOZA, J.; LÓPEZ, Y. (2014). *Socio-environmental analysis of the Puerto Valero and Caño Dulce beaches in Tubará', Atlantico, Colombia*. Teoria y Praxis, Vol. Esp., 2014, p.161–179.

TORTORA, G. I.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

VALDEZ, R. H.; GROSBELLI, P. P. *Análise microbiológica de areias de praças públicas da cidade de Palmas (PR) Microbiological analysis of sands in public squares of the city of Palmas (PR)*. *Ambiência*, v. 8, n. 3, 2012, p. 833-844.

WHEELER, A.E.; BURKE, J.; SPAIN, A. *Fecal indicator bacteria are abundant in wet sand at freshwater beaches*. *Water Research*, v.37, n.16, 2003, p. 3978-3982.